

**Verfahren und Vorrichtung zur Darstellung eines  
vorbestimmbaren Bereichs in mehrdimensionalen  
Datensätzen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Darstellung eines vorbestimmbaren Bereichs in mehrdimensionalen Datensätzen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Derartige Verfahren und Vorrichtungen sind beispielsweise aus der WO 98/20360 oder der PCT/EP03/01192 bekannt. Dabei werden mehrdimensionale Datensätze generiert, um mehrdimensionale Objekte, wie beispielsweise das Herz oder die Leber eines Menschen, die Oberfläche eines Halbleiters oder die Schweißnaht einer Verpackung abzubilden. Die Generierung derartiger mehrdimensionaler Datensätze erfolgt durch die Aufnahme des Objekts durch ein geeignetes Aufnahmeverfahren, wie beispielsweise eine Röntgenaufnahme, eine Ultraschallaufnahme oder eine Kernspintomographie. Die Generierung eines beispielsweise dreidimensionalen Bilddatensatzes erfolgt durch die Rekonstruktion und Zusammensetzung ein- oder zweidimensionaler

Bilddaten, die anhand entsprechender Aufnahmen erzeugt wurden. Im Fall einer Ultraschallaufnahme werden durch ein Ultraschallaufnahmegerät zweidimensionale Ultraschallaufnahmen, sogenannte Bild-Teilbereiche, aufgenommen und derart in einen dreidimensionalen Bilddatensatz eingeordnet, daß die zweidimensionalen Bild-Teilbereiche in richtiger Orientierung und Anordnung zueinander die Bildinformationen für die einzelnen dreidimensionalen Bilddatenwürfel (sogenannte Voxel) des Volumendatensatzes liefern.

Solche durch zweidimensionale Aufnahmeverfahren generierte Bild-Teilbereiche entsprechen im Normalfall einem zeilenweisen Scanvorgang, der das Objekt zeilenweise längs einer Aufnahme-richtung, in der das Röntgengerät oder beispielsweise der Ultraschallsender verfahren wird, aufnimmt. Die im Aufnahme-gerät erzeugten Bild-Teilbereiche lassen sich digital oder über einen Videoausgang in einem Nachverarbeitungsgerät bzw. in ein Datenverarbeitungssystem übernehmen. Dort können die zweidimensionalen Bilder gespeichert oder auch direkt nachverarbeitet werden, indem die einzelnen Schichten bzw. Scheiben des Objekts "übereinander geschichtet" bzw. "aneinander gereiht" werden, um dann am Anzeigegerät eine beispielsweise dreidimensionale Darstellung des Objekts zu erhalten.

Falls es sich bei dem Objekt um ein bewegtes Objekt handelt, können die entsprechenden zweidimensionalen Bild-Teilbereiche auch mit einer zugehörigen Zeitinformation versehen werden, so daß jeder Bild-Teilbereich einem bestimmten Bewegungszustand des Objekts zugeordnet werden kann. Mit Hilfe dieser Zeitinformation können dreidimensionale Bilddatensätze generiert werden, die ebenfalls über entsprechende Zeitinformationen verfügen. Man spricht dann von einem vierdimensionalen Daten-

satz. Ein dreidimensionales bewegtes Objekt (beispielsweise das Herz eines Menschen) kann so am Bildschirm eines Datenverarbeitungsgeräts bewegt (d.h. vierdimensional) dargestellt werden, indem die mit den Zeitinformationen versehenen dreidimensionalen Bilddatensätze zeitlich gestaffelt dargestellt werden.

Sobald ein drei- oder vierdimensionaler Bilddatensatz vorliegt, kann dieser beispielsweise am Bildschirm eines Datenverarbeitungsgeräts dargestellt werden. In aller Regel möchte der Betrachter eines solchen Bildes jedoch bestimmte interessierende Bereiche des Objekts, beispielsweise die Herzklappe eines Herzens, die Lötstelle eines Halbleiterbauelements auf der Leiterplatte oder die Klebestelle einer Verpackung, genauer betrachten. Dabei ist es bekannt, daß der Betrachter durch die Auswahl meist zweidimensionaler Schnittebenen durch den dreidimensionalen Datensatz den vorbestimmbaren Bereich analysiert, indem er verschiedene Schnittebenen durch den vorbestimmbaren Bereich legt und sukzessive manipuliert bis er die gewünschte Schnittdarstellung erhält.

Eine solche Vorgehensweise hat jedoch den Nachteil, daß das "Navigieren" durch den mehrdimensionalen Datensatz mittels einer meist zweidimensionalen Schnittebene zeitaufwändig ist, da die Ebene durch mehrmalige Manipulation so eingestellt werden muß, daß der Schnitt durch den mehrdimensionalen Datensatz, beispielsweise durch das Volumen, die entsprechende gewünschte Ansicht bietet. Beispielsweise ist ein solches Vorgehen bei medizinischen Daten oft sehr langwierig und umständlich, da mehrere (Manipulations-) Schritte notwendig sind, um die entsprechende interessierende Stelle, d.h. den vorbestimmbaren Bereich "freizuschneiden" und sichtbar zu machen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Darstellung eines vorbestimmbaren Bereichs anzugeben, das die interessierende Stelle bzw. den vorbestimmbaren Bereich innerhalb eines mehrdimensionalen Datensatzes schneller und einfacher auffinden und darstellen läßt.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1 und 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen und einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Unteransprüchen beansprucht und dort gekennzeichnet.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Darstellung eines vorbestimmbaren Bereichs in mehrdimensionalen Datensätzen bedient sich dabei in herkömmlicher Weise eines mehrdimensionalen Bilddatensatzes, der aus insbesondere drei- oder vierdimensionalen Bilddaten eines zu untersuchenden Objekts besteht. Diese Bilddaten können mittels einer beliebigen Aufnahme des Objekts, beispielsweise durch eine Röntgenaufnahme, eine Ultraschallaufnahme, optische oder andere elektromagnetische Aufnahmen, erzeugt werden. Nach der Generierung dieses mehrdimensionalen Datensatzes wird ebenfalls in herkömmlicher Weise die interessierende Stelle des Objekts dargestellt, indem ein insbesondere zweidimensionaler Schnitt durch den vorbestimmbaren Bereich gelegt und angezeigt wird.

Zur Vermeidung der vorerwähnten Nachteile wird der Schnitt jedoch nicht unmittelbar durch den mehrdimensionalen Datensatz gelegt, sondern durch mindestens eine Vektorebene definiert, die ebenfalls in dem mehrdimensionalen Datensatz liegt. Die

mindestens eine Vektorebene wird dabei mittels eines Vektors festgelegt, der wiederum in dem mehrdimensionalen Datensatz bzw. auf zweidimensionalen Schnittebenen durch den mehrdimensionalen Datensatz festgelegt wird.

Sobald beispielsweise eine zweidimensionale Schnittebene durch den mehrdimensionalen Datensatz in der Umgebung des vorbestimmbaren Bereichs gelegt wurde und die interessierende Stelle in dieser zweidimensionalen Schnittebene erkannt wird, kann auf diese interessierende Stelle innerhalb des vorbestimmbaren Bereichs der Vektor (im folgenden des besseren Verständnisses auch „Zeiger“ genannt) festgelegt werden, wodurch mindestens eine Vektorebene (im folgenden des besseren Verständnisses auch „Zeigerebene“ genannt), beispielsweise am Fußpunkt oder am Kopf des Vektors bzw. Zeigers, definiert wird und die Vektorebene bzw. Zeigerebene dann den graphisch darstellbaren Schnitt definiert, der die interessierende Stelle innerhalb des vorbestimmbaren Bereichs bzw. den vorbestimmbaren Bereich selbst in genau derjenigen Richtung, Lage und Orientierung zeigt, die der Benutzer wünscht. Der Zeiger dient als "Navigationswerkzeug"

Mit Vorteil ist der Zeiger ein dem mehrdimensionalen Datensatz angepaßter Richtungsvektor mit einer vorbestimmbaren Orientierung bzw. einer vorbestimmbaren Länge, der den vorbestimmbaren Bereich überspannt. Wird beispielsweise eine zweidimensionale Schnittebene durch die Lötstelle eines Halbleiterelements auf einer Leiterplatte gelegt und möchte der Betrachter einen auf der zweidimensionalen Schnittebene erkennbaren Lötfehler in einer beispielsweise auf der Schnittebene nicht senkrecht stehenden Ebene betrachten, so kann er mittels des Zeigers die auf der Schnittebene erkennbare Stelle

markieren und durch eine Manipulation der Richtung, der Länge und der Orientierung des Zeigers diesen quasi "intuitiv" derart in der zweidimensionalen Schnittebene anordnen, daß die durch den Zeiger festgelegten Zeigerebenen genau jenen Schnitt ergeben, den der Betrachter ansehen möchte.

Mit Vorteil wird der Zeiger dabei zuerst auf eine erste zweidimensionale Schnittebene durch die Bestimmung der Orientierung und der Länge des Zeigers festgelegt und mittels einer auf einer zweiten Schnittebene senkrecht stehenden Projektion auf diese zweite Schnittebene abgebildet und kann dort ebenfalls anhand einer Manipulation der Richtung, der Orientierung und der Länge verändert werden. Vorteilhafterweise wird der Zeiger dabei in zwei, drei oder mehreren Schnittebenen gleichzeitig dargestellt, so daß eine Veränderung des Zeigers in einer der gewählten Schnittebenen auch auf den anderen Schnittebenen dargestellt wird.

Es lassen sich beliebig viele Schnittebenen durch den mehrdimensionalen Datensatz legen, wobei der Zeiger in sämtlichen dieser Schnittebenen als Projektion dargestellt wird. Um jedoch gegenüber den herkömmlichen Verfahren eine Beschleunigung des gewünschten Schnitts durch den interessierenden Bereich (Blickwinkel) zu erreichen, reicht es in der Praxis als bevorzugte Ausführungsform der Erfindung aus, den Zeiger lediglich in einer oder zwei Schnittebenen darzustellen und dort zu manipulieren.

Durch die Manipulation des Zeigers werden gleichzeitig auch die durch den Zeiger definierten Zeigerebenen manipuliert. Beispielsweise wird die mindestens eine Zeigerebene durch den Anfangspunkt oder den Endpunkt des Zeigers festgelegt, wobei

der Zeiger vorteilhafterweise orthogonal auf der Zeigerebene steht. Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wird eine erste Zeigerebene durch den Anfangspunkt und eine zweite zur ersten Zeigerebene parallele Zeigerebene durch den Endpunkt des Zeigers festgelegt, so daß der Zeiger orthogonal auf beiden Zeigerebenen steht.

Durch eine Längenmanipulation des Zeigers wird dabei der Abstand der Zeigerebenen verändert. Durch eine Manipulation der Orientierung des Zeigers werden die entsprechenden Zeigerebenen im mehrdimensionalen Raum um den Mittelpunkt oder Drehpunkt des Zeigers gedreht. Durch eine Manipulation der Richtung des Zeigers wird die "Blickrichtung" im mehrdimensionalen Raum verändert, d.h. die erste Zeigerebene wird zur zweiten Zeigerebene und umgekehrt.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Richtung des Zeigers vom Anfangspunkt zum Endpunkt des Zeigers gerichtet. Dieser auch als "Navigationspfeil" dienende Zeiger kann eine unendliche Anzahl von Zeigerebenen definieren, die sich zwischen dem Anfangspunkt und dem Endpunkt befinden und jeweils orthogonal auf dem Zeiger stehen. Die Darstellung des vorbestimmbaren Bereichs bzw. der interessierenden Stelle innerhalb des mehrdimensionalen Datensatzes erfolgt dann mittels der (zweidimensionalen) Darstellung eines Schnitts, der durch Zeigerebenen definiert wird, die sukzessive vom Anfangspunkt zum Endpunkt des Zeigers verschoben werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird der mehrdimensionale Datensatz an der Zeigerebene bzw. den Zeigerebenen durch Ausblendung ent-

sprechender mehrdimensionaler Bilddatenbereiche abgeschnitten, so daß nur solche Bilddaten mehrdimensional dargestellt werden, die auf der einen oder anderen Seite der entsprechenden Zeigerebene oder zwischen den Zeigerebenen liegen. Werden beispielsweise zwei durch den Zeiger definierte Zeigerebenen verwendet, kann der beispielsweise dreidimensionale Datensatz auf denjenigen Seiten der Zeigerebenen "abgeschnitten" werden, die auf der dem Zeiger gegenüber liegenden Seite der jeweiligen Zeigerebene liegen. Der Betrachter kann dann den reduzierten Datensatz von beiden Seiten der Zeigerebenen betrachten und so - je nach Länge des Zeigers - unterschiedlich "dicke" Datensatzbereiche bzw. Bereiche des Objekts betrachten.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Darstellung eines vorbestimmbaren Bereichs in mehrdimensionalen Datensätzen verfügt über Berechnungsmittel zur Generierung mindestens eines insbesondere zweidimensionalen Schnitts durch den vorbestimmbaren Bereich und entsprechende Anzeigemittel zur Anzeige des Schnitts, wobei der Schnitt durch mindestens eine Zeigerebene definiert wird, die in dem mehrdimensionalen Datensatz liegt. Wie bereits beschrieben, wird diese mindestens eine Zeigerebene mittels eines Zeigers festgelegt, der durch Manipulationsmittel in dem mehrdimensionalen Datensatz bzw. auf insbesondere zweidimensionalen Schnittebenen durch den mehrdimensionalen Datensatz manipulierbar und festlegbar ist.

Vorteilhafterweise ist der Zeiger selbst auf einer Anzeige des mehrdimensionalen Datensatzes bzw. der zweidimensionalen Schnittebenen synchron anzeigbar und mittels der Manipulationsmittel in Richtung bzw. Länge bzw. Orientierung veränderbar. Während beispielsweise eine zweidimensionale



Schnittebene durch den dreidimensionalen Bilddatensatz eines Objekts dargestellt wird, kann der Zeiger an einer interessierenden Stelle des zweidimensionalen Schnitts angelegt und derart manipuliert werden, daß diese Stelle in der vom Betrachter gewünschten Richtung, Orientierung und an einer bestimmten Schnittstelle betrachtet werden kann, die durch die Zeigerebene beispielsweise am Fußpunkt des Zeigers oder am Kopf des Zeigers definiert wird.

Dabei ist es vorteilhaft, daß der Zeiger bei einer Manipulation auf einer ersten Schnittebene gleichzeitig auf einer zweiten Schnittebene darstellbar ist und die entsprechende Manipulation auch dort synchron dargestellt wird. Vorteilhafterweise kann der Zeiger auch auf der zweiten Schnittebene oder weiteren Schnittebenen manipuliert werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Zeiger auch in der mehrdimensionalen Darstellung des Datensatzes abgebildet und kann dort manipuliert werden. Wird beispielsweise ein dreidimensionales Objekt dreidimensional dargestellt, kann auch der Zeiger auf dieser dreidimensionalen Darstellung durch Überlagerung eines in der Technik bekannten Vektordatensatzes des Zeigers (open GL) mit dem dreidimensionalen Datensatz (zweidimensionale Darstellung mit dreidimensionaler Information) dargestellt und manipuliert werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 den mittels Ultraschallaufnahmen generierten (zweidimensional dargestellten) dreidimensionalen

Datensatz eines menschlichen Organs (beispielsweise ein Herz);

Fig. 2 die Darstellung des Datensatzes nach Fig. 1 mittels zweier Schnitte S1 und S2;

Fig. 3 die schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Vektors bzw. Zeigers mit Zeigerebenen;

Fig. 4a/4b die Anordnung des Vektors bzw. Zeigers mit Vektorebenen (Zeigerebenen) in den Schnitten S1 und S2 nach Fig. 2;

Fig. 5 die Aufsicht auf eine erste Zeigerebene;

Fig. 6 die Aufsicht auf eine zweite Zeigerebene, und

Fig. 7 die (zweidimensional dargestellte) dreidimensionale Darstellung des Bilddatensatzes (Volumen) mit Zeiger und Zeigerebenen.

Fig. 1 zeigt die dreidimensionale Darstellung eines Objekts, wie beispielsweise das Herz eines Menschen, wobei der in Fig. 1 dargestellte Datensatz 2 mittels beispielsweise einer Vielzahl von zweidimensionalen Ultraschallaufnahmen generiert wurde, die mittels herkömmlicher Rekonstruktionstechniken einen dreidimensionalen Bilddatensatz (Voxel-Datensatz) ergeben. Dieses Volumen 1 wird durch entsprechende Grauwertinformationen der einzelnen Bilddatenwürfel (Voxel) erzeugt, die in Fig. 1 als Grauwertinformation dargestellt sind. Fig. 1 zeigt darüber hinaus einen vorbestimmbaren Bereich 3, der genauer untersucht werden soll.

Fig. 2 zeigt zwei Schnitte S1 und S2 durch den dreidimensionalen Bilddatensatz 2 nach Fig. 1, die nicht notwendigerweise senkrecht aufeinander stehen müssen. Fig. 3 zeigt schematisch einen zweidimensionalen Vektor bzw. Zeiger 4, der eine bestimmte Länge, eine Orientierung und eine Richtung aufweist, die von einem Anfangspunkt 5 zu einem Endpunkt 6 zeigt. Zwei Vektorebenen (Zeigerebenen) E1 und E2 stehen orthogonal auf dem Zeiger 4, wobei eine erste Zeigerebene E1 den Zeiger 4 am Anfangspunkt 5 berührt, während eine zweite Zeigerebene E2 den Zeiger 4 am Endpunkt 6 berührt.

Fig. 4a und 4b zeigen die Schnitte S1 (Fig. 4a) und S2 (Fig. 4b) nach Fig. 2. Der vorbestimmbare Bereich 3 ist am oberen Ende der Schnitte S1 und S2 gezeigt und es wird angenommen, daß der Betrachter diesen vorbestimmbaren Bereich näher untersuchen bzw. betrachten möchte. Dabei soll es ein Anliegen des Betrachters sein, den vorbestimmbaren Bereich 3 in einer bestimmten Richtung zu betrachten, so daß nun der in Fig. 3 schematisch gezeigte Zeiger 4 im ersten Schnitt S1 entsprechend dem vorbestimmbaren Bereich 3 angeordnet wird. Durch eine Veränderung der Länge und der Orientierung des Zeigers 4 werden automatisch auch die erste und zweite Zeigerebene E1 und E2 verändert. In Fig. 4a verlaufen diese Zeigerebenen orthogonal zum Zeiger 4 und senkrecht zum ersten Schnitt S1.

Der in Fig. 4a dargestellte zweidimensionale Vektor bzw. Zeiger 4 wird mittels einer senkrechten Projektion auf den zweiten Schnitt S2 abgebildet. Durch die Abbildung des Zeigers 4 auf die zweite Schnittebene S2 kann die Lage des Zeigers 4 im dreidimensionalen Raum beliebig verändert werden, so daß mittels einer Veränderung des Anfangspunkts 5 bzw. Endpunkts 6

des Zeigers 4 die Zeigerebenen E1 bzw. E2 automatisch festgelegt werden. Die in Fig. 4b dargestellten Linien stellen die projizierten Schnittlinien des zweiten Schnitts S2 mit den Zeigerebenen E1 und E2 dar. Natürlich ist es auch denkbar, den Zeiger 4 zunächst im zweiten Schnitt S2 festzulegen und dann auf den Schnitt S1 zu projizieren. Die Schnitte S1 und S2 müssen dabei nicht notwendigerweise senkrecht aufeinander stehen.

Die Fig. 5, 6 und 7 zeigen den interessierenden Schnitt S je nach Wahl des Betrachters. Möchte der Betrachter beispielsweise den vorbestimmbaren Bereich 3 in Richtung des Zeigers 4 betrachten, so wird er als Schnitt S die Zeigerebene E1 wählen und den interessierenden bzw. vorbestimmbaren Bereich längs des Zeigers 4 betrachten können. In Fig. 5 ist der Anfangspunkt 5 dargestellt, der die Zeigerebene E1 und quasi die "Oberfläche" des Schnitts S berührt.

Möchte der Betrachter den vorbestimmbaren Bereich 3 entgegen der Richtung des Zeigers 4 betrachten, so wird er als Schnitt S die zweite Zeigerebene E2 verwenden, die in Fig. 6 dargestellt ist. Fig. 6 zeigt hier die Zeigerebene E2, d.h. einen in richtiger Orientierung und Lage gesetzten Schnitt durch den dreidimensionalen Datensatz 2.

Fig. 7 zeigt die Gesamtdarstellung des dreidimensionalen Volumens 1 mit dem dreidimensionalen Datensatz 2, der nur zwischen den Zeigerebenen E1 und E2 dargestellt wird. Die Zeigerebenen E1 und E2 sind dabei in Fig. 7 parallel zu den Flächen des Volumens 1 dargestellt, jedoch können die Zeigerebenen in jeder anderen beliebigen Orientierung innerhalb des Volumens 1 liegen. Die Zeigerebenen E1 und E2 werden dabei

jeweils durch den Anfangspunkt 5 und Endpunkt 6 des Zeigers 4 festgelegt und definieren die entsprechenden Schnittebenen durch den dreidimensionalen Datensatz 2. Dieser kann entsprechend von jeder Seite der Zeigerebene E1 oder E2 betrachtet werden.

Nach einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der Zeiger 4 auch unmittelbar in dem dreidimensionalen Datensatz 2, wie in Fig. 7 dargestellt, manipuliert werden. Beispielsweise kann der Anfangspunkt 5 und/oder der Endpunkt 6 des Zeigers am Bildschirm eines Datenverarbeitungsgeräts durch "Ziehen mit der Maus" in Lage, Länge, Richtung und/oder Orientierung verändert werden, bis der Betrachter des dreidimensionalen Datensatzes 2 die richtige Einstellung erhält. Im Anschluß daran oder sogar parallel hierzu kann der Betrachter auf einem weiteren Bildschirm oder an einer anderen Stelle desselben Bildschirms den Schnitt S betrachten, der durch die erste Zeigerebene E1 und/oder die zweite Zeigerebene E2 oder durch eine weitere Zeigerebene definiert wird, die beispielsweise durch die Mitte des Zeigers 4 oder an einer anderen beliebigen Stelle des Zeigers gelegt ist.

Ein solches Verfahren bzw. eine solche Vorrichtung eignet sich insbesondere zur schnellen Darstellung eines interessierenden Bereichs eines (kranken) Organs eines Menschen, das durch eine Röntgenaufnahme oder eine Ultraschallaufnahme dreidimensional dargestellt wird. Durch intuitives Bewegen des Zeigers kann der Arzt unmittelbar Zeigerebenen definieren, die ihm die gewünschte Ansicht des Organs am vorbestimmbaren Bereich 3 ermöglichen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Darstellung eines vorbestimmbaren Bereichs (3) in mehrdimensionalen Datensätzen (2), wobei die Datensätze (2) aus insbesondere drei- oder vierdimensionalen Bilddaten eines zu untersuchenden Objekts bestehen, wobei die Bilddaten mittels einer oder mehreren Aufnahmen des Objekts erzeugt werden, und wobei mindestens ein insbesondere zweidimensionaler Schnitt (S) durch den vorbestimmbaren Bereich (3) gelegt und angezeigt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Schnitt (S) durch mindestens eine Vektorebene (E1, E2) definiert wird, die in dem mehrdimensionalen Datensatz (2) liegt,

dass die mindestens eine Vektorebene (E1, E2) mittels eines Vektors (4) festgelegt wird, und

dass der Vektor (4) in dem mehrdimensionalen Datensatz (2) und/oder auf insbesondere zweidimensionalen Schnittebenen (S1, S2) durch den mehrdimensionalen Datensatz (2) festgelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Vektor bzw. Vektor (4) ein dem mehrdimensionalen Datensatz (2) angepasster Richtungsvektor mit einer

vorbestimmbaren Orientierung und/oder einer vorbestimmbaren Länge ist, der den vorbestimmbaren Bereich (3) überspannt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Vektor (4) auf einer ersten zweidimensionalen Schnittebene (S1) durch die Bestimmung der Orientierung und der Länge festgelegt wird und dass der derart festgelegte Vektor auf eine zweite, vorzugsweise nicht zur ersten Schnittebene (S1) parallele Schnittebene (S2) abgebildet und ggf. dort korrigiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die mindestens eine Vektorebene bzw. Vektorebene (E1, E2) durch den Anfangspunkt (5) und/oder Endpunkt (6) des Vektors (4) festgelegt wird und der Vektor (4) orthogonal auf der Vektorebene (E1, E2) steht.

5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine erste Vektorebene (E1) durch den Anfangspunkt (5) und eine zweite zur ersten Vektorebene (E1) parallele Vektorebene (E2) durch den Endpunkt (6) des Vektors (4) festgelegt werden und dass der Vektor (4) orthogonal auf beiden Vektorebenen (E1, E2) steht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Richtung des Vektors (4) vom Anfangspunkt (5) zum Endpunkt (6) gerichtet ist,

dass der Schnitt (S) durch eine auf dem Vektor (4) senkrecht stehende Vektorebene (E1, E2) definiert wird, und dass die Darstellung des vorbestimmbaren Bereichs (3) mittels des Schnitts (S) erfolgt, indem die Vektorebene (E1, E2) sukzessive vom Anfangspunkt (5) zum Endpunkt (6) verschoben wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mehrdimensionale Datensatz (2) an den Vektorebenen (E1, E2) durch Ausblendung entsprechender Bilddaten abgeschnitten wird und nur solche Bilddaten mehrdimensional dargestellt werden, die zwischen den Vektorebenen (E1, E2) liegen.

8. Vorrichtung zur Darstellung eines vorbestimmbaren Bereichs (3) in mehrdimensionalen Datensätzen (2), wobei die Datensätze (2) aus insbesondere drei- oder vierdimensionalen Bilddaten eines zu untersuchenden Objekts bestehen und wobei die Bilddaten mittels einer oder mehreren Aufnahmen des Objekts erzeugt werden, mit  
Berechnungsmittel zur Generierung mindestens eines insbesondere zweidimensionalen Schnitts (S) durch den vorbestimmbaren Bereich (3) und  
Anzeigemittel zur Anzeige des Schnitts (S),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Schnitt (S) durch mindestens eine Vektorebene (E1, E2) definiert wird, die in dem mehrdimensionalen Datensatz (2) liegt,  
dass die mindestens eine Vektorebene (E1, E2) mittels eines Vektors (4) festgelegt wird, und



dass der Vektor (4) mittels Manipulationsmitteln in dem mehrdimensionalen Datensatz (2) und/oder auf insbesondere zweidimensionalen Schnittebenen (S1, S2) durch den mehrdimensionalen Datensatz (2) manipulierbar und festlegbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Vektor (4) auf einer Anzeige des mehrdimensionalen Datensatzes (2) und/oder der zweidimensionalen Schnittebenen (S1, S2) synchron anzeigbar ist und mittels der Manipulationsmittel die Richtung und/oder die Länge und/oder die Orientierung des Vektors (4) veränderbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Manipulation des Vektors (4) auf einer ersten Schnittebene (S1) die Abbildung des Vektors (4) auf einer zweiten Schnittebene (S2) darstellbar und ggf. dort manipulierbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Vektor (4) im mehrdimensionalen Datensatz mehrdimensional manipulierbar und abbildbar ist.

Fig. 1 <sup>1/3</sup>

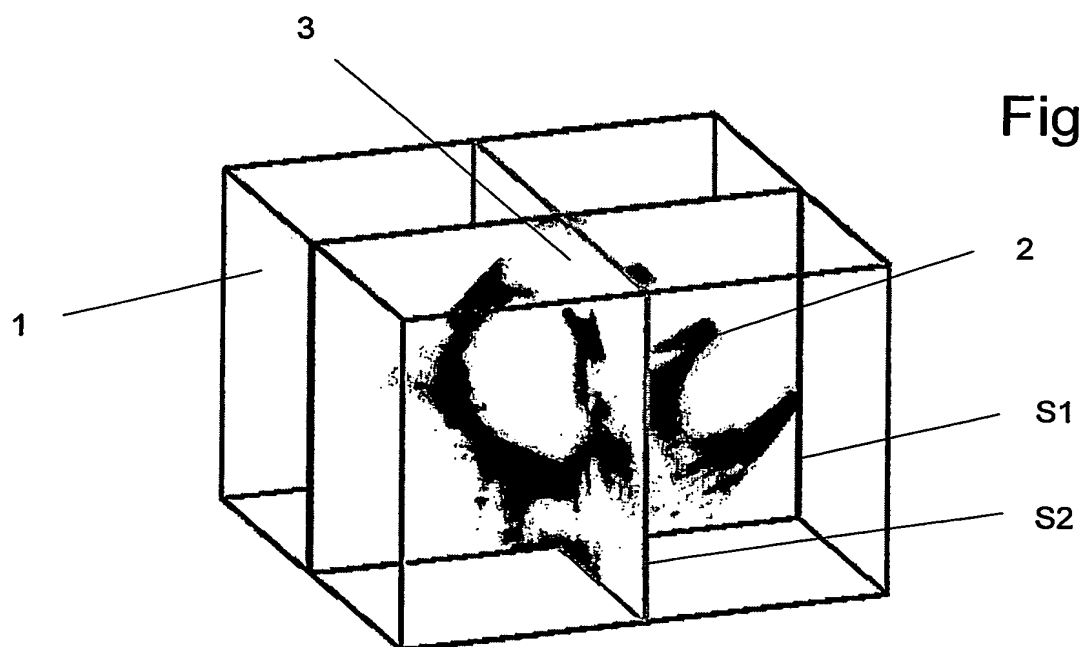
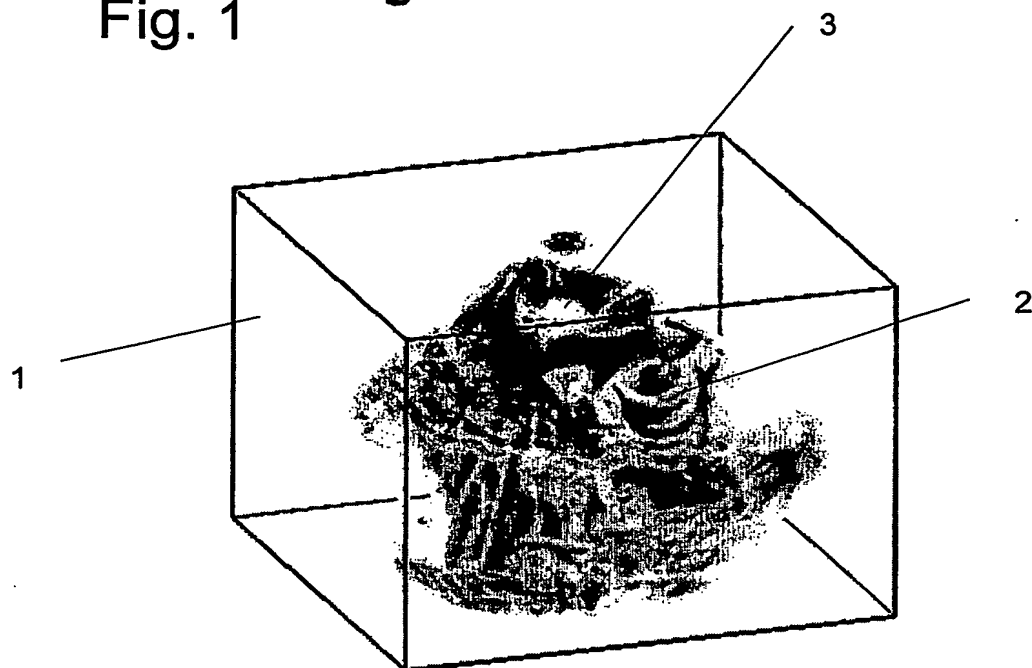


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

2/3

Fig. 3

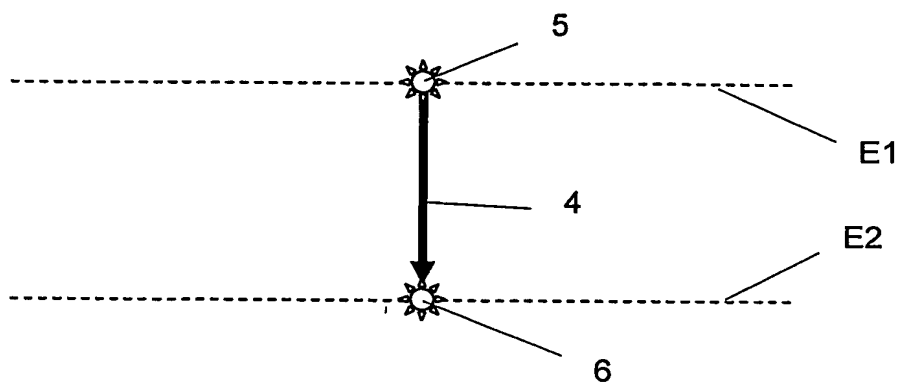
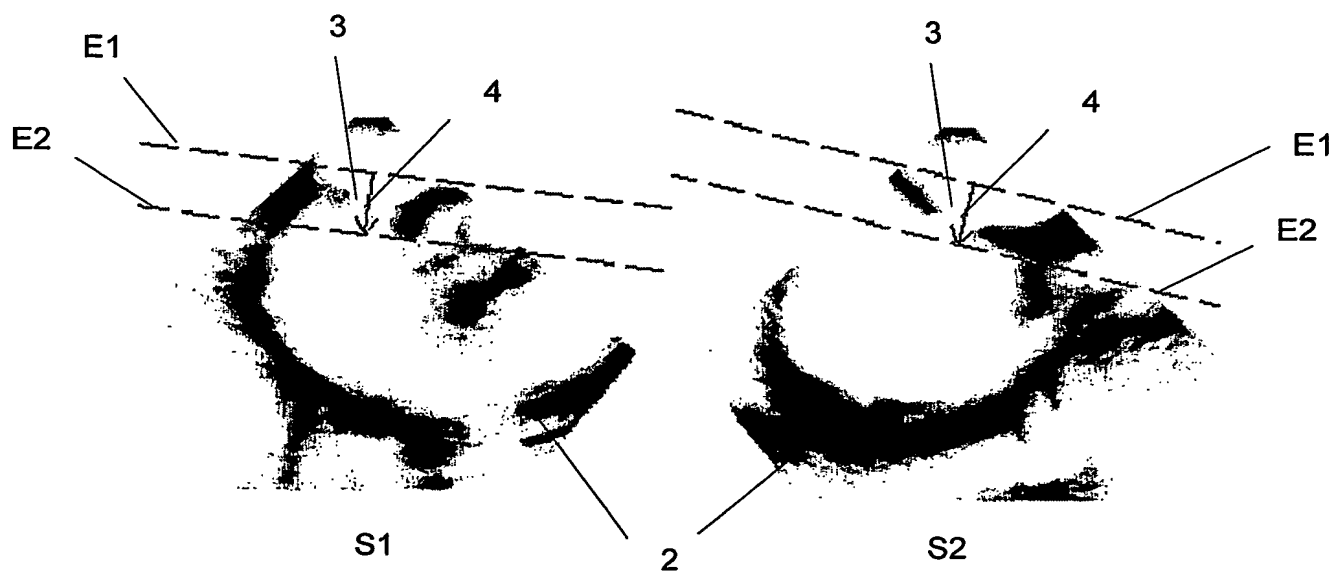


Fig. 4a

Fig. 4b



BEST AVAILABLE COPY

3/3

Fig. 5

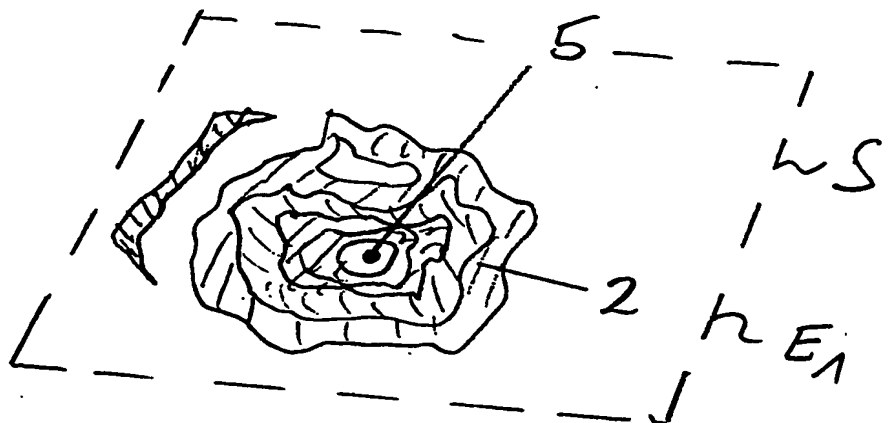


Fig. 6

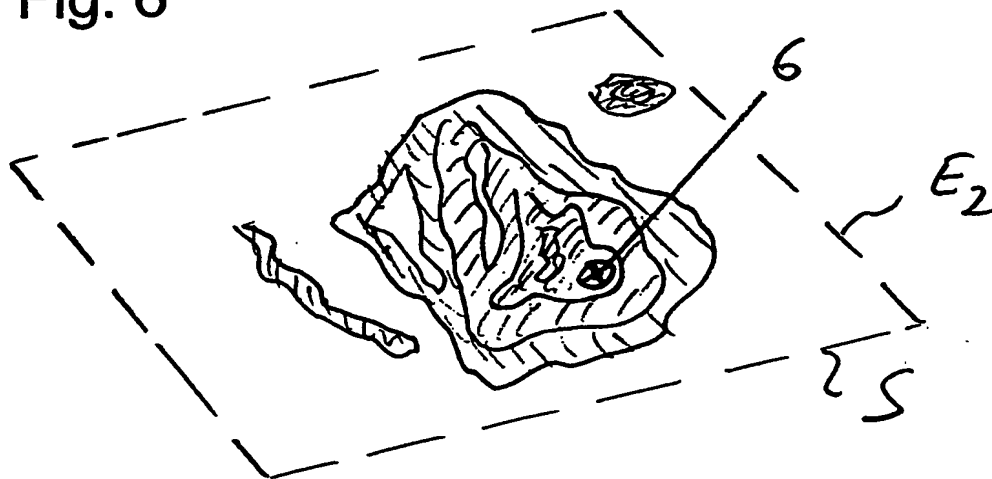
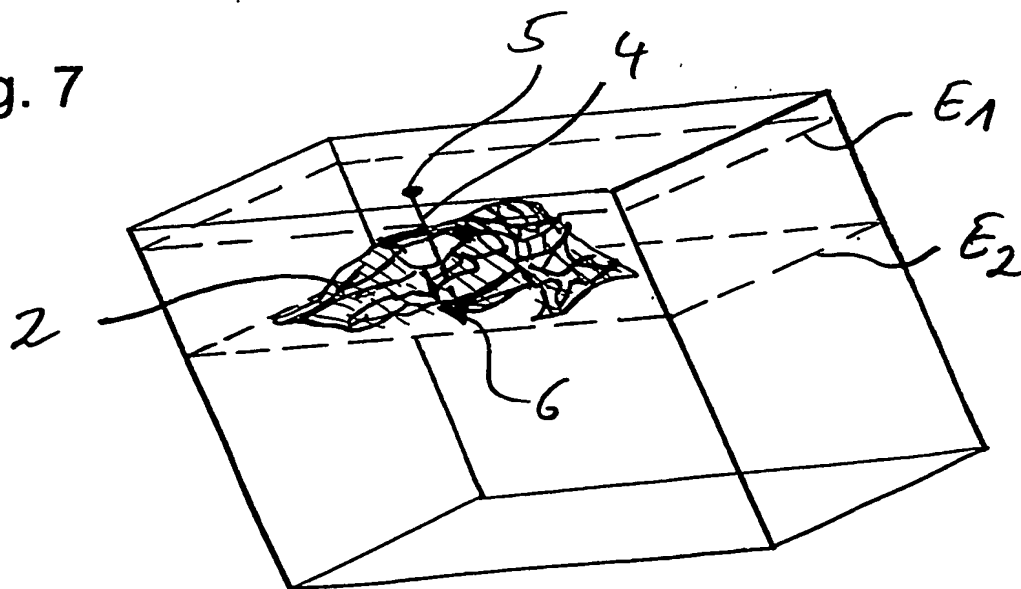


Fig. 7



BEST AVAILABLE COPY

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/007044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G06T17/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, BIOSIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 734 384 A (YANOF ET AL)	1,2,8,9
Y	31 March 1998 (1998-03-31) abstract  column 1, line 15 - line 42 column 2, line 64 - column 3, line 15 column 3, line 41 - line 64 column 5, line 54 - line 66 column 6, line 32 - line 40 column 9, line 44 - line 65 column 7, line 1 - line 13 column 15, line 43 - line 48 claims 1,8 figures 2,3a-3d,4a-4c5 ----- -/--	3-7,10, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2005

Date of mailing of the international search report

24/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vollmann, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC1/EP2004/007044

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 166 740 A (MALZBENDER ET AL) 26 December 2000 (2000-12-26) abstract column 3, line 5 - column 5, line 7 column 6, line 54 - line 60 column 7, line 5 - line 43 claims 1,2,8 figures 3,6	3-7, 10, 11
A	WO 02/29764 A (THE RESEARCH FOUNDATION OF STATE UNIVERSITY OF NEW YORK; THE RESEARCH) 11 April 2002 (2002-04-11) abstract figure 24	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...formation on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007044

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5734384	A	31-03-1998	US 5371778 A	06-12-1994
US 6166740	A	26-12-2000	NONE	
WO 0229764	A	11-04-2002	US 2001031920 A1	18-10-2001
			AU 1133102 A	15-04-2002
			EP 1342225 A1	10-09-2003
			JP 2004510515 T	08-04-2004
			WO 0229764 A1	11-04-2002

**A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 G06T17/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, BIOSIS

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 734 384 A (YANOF ET AL)	1, 2, 8, 9
Y	31. März 1998 (1998-03-31) Zusammenfassung  Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 42 Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 15 Spalte 3, Zeile 41 - Zeile 64 Spalte 5, Zeile 54 - Zeile 66 Spalte 6, Zeile 32 - Zeile 40 Spalte 9, Zeile 44 - Zeile 65 Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 13 Spalte 15, Zeile 43 - Zeile 48 Ansprüche 1, 8 Abbildungen 2, 3a-3d, 4a-4c5 ----- -/--	3-7, 10, 11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/02/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vollmann, K



C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 166 740 A (MALZBENDER ET AL) 26. Dezember 2000 (2000-12-26) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 7 Spalte 6, Zeile 54 - Zeile 60 Spalte 7, Zeile 5 - Zeile 43 Ansprüche 1,2,8 Abbildungen 3,6	3-7, 10, 11
A	WO 02/29764 A (THE RESEARCH FOUNDATION OF STATE UNIVERSITY OF NEW YORK; THE RESEARCH) 11. April 2002 (2002-04-11) Zusammenfassung Abbildung 24	1-11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PC1/EP 2004/007044

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5734384	A	31-03-1998	US	5371778 A	06-12-1994
US 6166740	A	26-12-2000	KEINE		
WO 0229764	A	11-04-2002	US	2001031920 A1	18-10-2001
			AU	1133102 A	15-04-2002
			EP	1342225 A1	10-09-2003
			JP	2004510515 T	08-04-2004
			WO	0229764 A1	11-04-2002